

## **Perspectives offertes par la culture en association de froment et de pois protéagineux d'hiver**

*Jérôme Pierreux<sup>(1)</sup>, Pierre Delaplace<sup>(2)</sup>, Christian Roisin<sup>(3)</sup> et Bernard Bodson<sup>(1)</sup>*

<sup>1</sup>: Unité de Phytotechnie des Régions Tempérées, ULG-Gembloux Agro-Bio Tech, Passage des Déportés, 2 – 5030 Gembloux, [jpierreux@ulg.ac.be](mailto:jpierreux@ulg.ac.be), [b.bodson@ulg.ac.be](mailto:b.bodson@ulg.ac.be).

<sup>2</sup>: Unité de Biologie Végétale, ULG-Gembloux Agro-Bio Tech, Passage des Déportés, 2 – 5030 Gembloux, [pierre.delaplace@ulg.ac.be](mailto:pierre.delaplace@ulg.ac.be)

<sup>3</sup>: Unité Fertilité des sols et protection des eaux, CRA-W, Rue du Bordia, 4- 5030 Gembloux, [c.roisin@cra.wallonie.be](mailto:c.roisin@cra.wallonie.be)

### **Introduction**

Les cultures en association de céréales et légumineuses, assez fréquentes par le passé dans nos régions, sont depuis quelques décennies devenues pratiquement absentes de nos campagnes. Utilisées autrefois afin de permettre aux céréales de profiter de l'azote atmosphérique fixé par la légumineuse grâce à ses nodosités, ces associations ne sont pratiquement plus cultivées de nos jours. Seule l'agriculture biologique, n'ayant pas accès aux engrais azotés de synthèse, recourt encore à ces associations tant pour la production de fourrage (en majorité) que pour la production de graines.

Cependant les défis auxquels notre agriculture devra faire face dans les prochaines années, à savoir produire plus avec moins d'intrants, devraient raviver un certain attrait envers ce type d'association. La hausse du prix des engrais azotés de synthèse observée ces dernières années, due à la fabrication très énergivore et à la raréfaction des énergies fossiles, impose une gestion de plus en plus fine de ces intrants. L'intérêt porté par le passé envers les cultures en association et leur « fertilisation naturelle » pourrait donc renaître.

Par ailleurs, l'accroissement des besoins alimentaires généré par la démographie galopante et l'augmentation de la demande en produits d'origine animale dans les pays émergents, nécessite de poursuivre l'amélioration des processus de production pour les principales cultures de céréales et de protéagineux. L'évolution des marchés des protéagineux et plus particulièrement du soja est telle que les importations européennes courent le risque d'un tarissement contre lequel nous devons nous prémunir. Cette préoccupation s'inscrit dans la nouvelle PAC (politique agricole commune) avec la volonté politique de redévelopper les cultures de protéagineux.

Depuis quelques années, l'Unité de Phytotechnie des Régions Tempérées de Gembloux Agro-Bio Tech (ULg) a entrepris de réactiver la piste des cultures de froment d'hiver en association avec des légumineuses. Cette volonté a permis la mise en place du projet « *Produire durablement des graines riches en protéines en optimisant la conduite de la culture associée de pois protéagineux d'hiver et de froment d'hiver* » financé depuis 2012 par le Service Public de Wallonie, DGARNE. Ce projet vise l'optimisation des modalités culturales de l'association

« pois protéagineux d’hiver – blé d’hiver » pour assurer une production fiable d’une quantité de matière sèche au moins équivalente à celle produite par les deux cultures pures, en améliorant le rendement en protéines tout en réduisant les apports d’engrais azoté de synthèse nécessaires à cette production.

## La culture en association : une production sécurisée de pois protéagineux ?

La culture du pois protéagineux fait souvent l’objet de critiques ou de craintes de la part des agriculteurs, principalement dues à la variabilité des rendements et aux problèmes de difficultés de récolte en cas de verse.

En effet, malgré les grandes avancées apportées par la sélection et le développement des variétés à vrille, la verse reste le grand problème de cette culture, pouvant mener lors d’années particulièrement défavorables à de sérieuses difficultés, pouvant conduire à l’impossibilité de récolte.

Les essais menés à ce jour montrent une meilleure aptitude des cultures associées de pois protéagineux avec le froment vis-à-vis de la culture pure de pois à résister aux problèmes de verse.

Cependant cet avantage ne s’exprime que moyennant le respect de certaines règles (densités de semis, fumure,..) et un choix variétal approprié (résistance à la verse, hauteur de végétation,...). Comme le montre la figure 1, une hauteur de végétation du pois fortement supérieure à celle du froment ainsi qu’une densité de semis du pois trop élevée entraînent aussi des risques importants de verse.

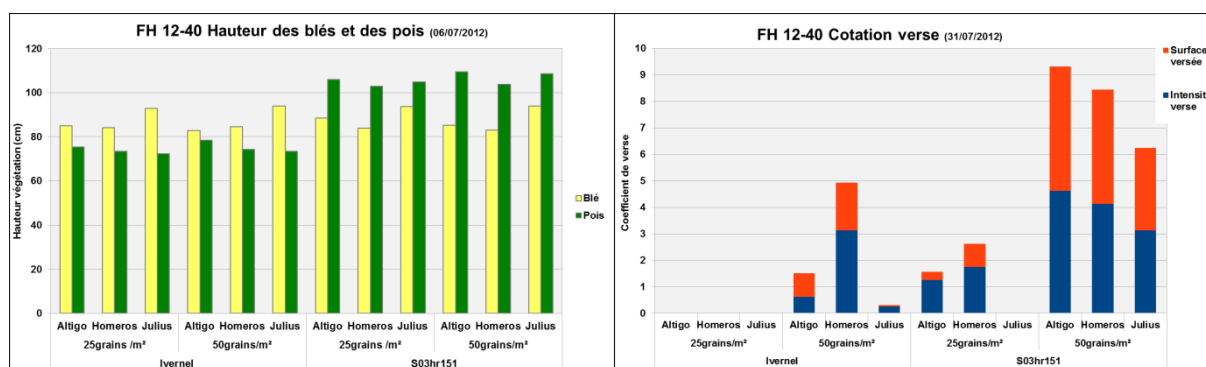


Figure 1: Impact du développement des espèces de l'association Froment-pois sur la verse.

## Les expérimentations

Les expérimentations mises en place dans le cadre de ce projet, s’articulent autour de deux grands axes.

Le premier concerne la caractérisation de la structure de végétation du couple froment-pois en particulier les tailles respectives des variétés et les densités de semis. A cet effet, des variétés de froment et de pois avec des développements végétatifs contrastés ont été retenues (Sy Epson et Edgar pour le froment et Ivernel et Spencer pour le pois). Ces variétés sont cultivées seules et en mélange suivant différentes densités de semis :

Froment pur : 300 grains/m<sup>2</sup>

Froment en association : 300 et 150 grains/m<sup>2</sup>

Pois pur : 80 grains/m<sup>2</sup>

Pois en association : 50 et 25 grains/m<sup>2</sup>

La fumure retenue pour cet essai consiste en 40 N (kg/N par hectare) au stade tallage-redressement et de 80 N au stade dernière feuille.

Le second axe concerne le fonctionnement des nodosités du pois et leurs aptitudes à alimenter en azote la culture associée. L'expérimentation mise en place porte sur l'impact de la fumure azotée sur l'activité de ces nodosités et sur la structure de la végétation. Les différents couples variétaux du premier axe sont cultivés en pur ou en mélange selon une densité de semis de 300 grains/m<sup>2</sup> pour le froment et de 50 grains/m<sup>2</sup> pour le pois, suivant 9 modalités de fumure allant de 0 N à 160 N appliquées en deux fractions aux stades tallage-redressement et dernière feuille du froment.

### Une récolte attrayante, tant en quantité qu'en qualité !

Un des objectifs de ce projet est de déterminer quelles sont les modalités culturales optimisant la production en graines de l'association, tant en quantité qu'en qualité et garantissant une production au moins équivalente à celle produite en cultures pures sur une surface équivalente.

Comme illustré ci-dessous, les rendements à l'hectare observés au sein des associations expérimentées atteignent des niveaux semblables à ceux mesurés en culture pure de froment. Les rendements atteints pour cette année 2013 ont permis une production cumulée de 10773 kg/ha de grains (7439 kg/ha de froment et 3334 kg/ha de pois) pour la densité de semis de 300 gr/m<sup>2</sup> de froment et de 25 gr/m<sup>2</sup> de pois avec les variétés Edgar et Ivernel. Toutes les modalités d'associations (notamment celles avec la variété de pois Spencer) ne sont pas aussi performantes.

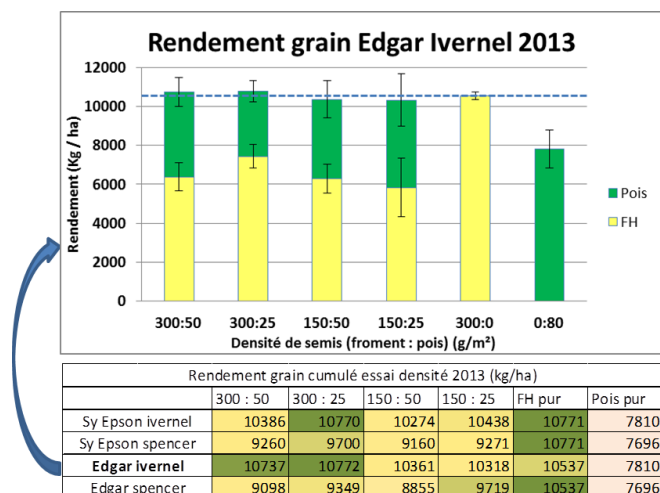


Figure 2 : Résultats rendement grain essai densité 2013.

Outre l'aspect quantitatif, l'efficacité des associations, mesurée par le LER (Land Equivalent Ratio), montre également un intérêt pour les mélanges suivis par nos expérimentations. Le LER, calculé sur base des rendements obtenus par des cultures pures et associées, permet de caractériser l'efficacité de la culture en mélange à utiliser plus ou moins bien les ressources environnementales par rapport aux cultures pures (Lithourgidis et al. 2011). Un indice LER supérieur à 1 se traduit par une efficacité du mélange supérieure à la culture pure et inversement.

Dans le cadre de notre essai densité, aucune des modalités d'association ne présente une efficacité inférieure à celle d'une culture pure en rapport avec les rendements grains illustrés ci-dessus (Figure 3). Les résultats obtenus montrent en effet des valeurs LER systématiquement supérieures à 1 mais laissent apparaître certaines variations en fonction des variétés utilisées et des densités de semis pratiquées.

$$LER = LER_{\text{pois}} + LER_{\text{blé}} = \frac{Rdt \text{ pois assoc}}{Rdt \text{ pois seul}} + \frac{Rdt \text{ blé assoc}}{Rdt \text{ blé seul}}$$

LER grain: essai densité				
	300 : 50	300 : 25	150 : 50	150 : 25
Sy Epsom ivernel	1,15	1,12	1,12	1,11
Sy Epsom spencer	1,05	1,05	1,04	1,05
Edgar ivernel	1,16	1,13	1,12	1,13
Edgar spencer	1,03	1,07	1,04	1,07

Figure 3: Résultats LER rendement grain essai densité 2013.

En ce qui concerne la qualité de la production, on observe également des rendements protéines attrayant au niveau des associations. La production de protéines, exprimée à l'hectare pour l'association, présente malgré une proportion moyenne à la récolte de l'ordre de 1/3 de pois et 2/3 de froment, un rendement semblable à une culture pure de pois. Cette observation démontre tout l'effet bénéfique des associations et la synergie qui en découle, confirmée par des valeurs de LER élevées (figure 4).

Rendement en protéines: essai densité 2013 (kg de protéines/ha)						
	300 : 50	300 : 25	150 : 50	150 : 25	FH pur	Pois pur
Sy Epsom ivernel	1587	1418	1502	1442	1062	1510
Sy Epsom spencer	1493	1466	1487	1479	1062	1544
Edgar ivernel	1521	1411	1461	1456	1057	1510
Edgar spencer	1388	1475	1489	1445	1057	1544

$$LER = LER_{\text{pois}} + LER_{\text{blé}} = \frac{MPT \text{ pois assoc}}{MPT \text{ pois seul}} + \frac{MPT \text{ blé assoc}}{MPT \text{ blé seul}}$$

LER protéines: essai densité				
	300 : 50	300 : 25	150 : 50	150 : 25
Sy Epsom ivernel	1,21	1,16	1,18	1,15
Sy Epsom spencer	1,12	1,14	1,11	1,12
Edgar ivernel	1,21	1,16	1,17	1,15
Edgar spencer	1,05	1,11	1,08	1,12

Figure 4 : Résultats rendement protéines essai densité 2013.

Ces observations sont obtenues, en partie, grâce aux effets de synergie que peuvent engendrer les associations avec légumineuses. En effet, en plus de permettre de produire une graine riche en protéines, par l'intégration dans la culture des pois protéagineux d'hiver, la culture en association permet d'améliorer les qualités du grain de froment. Dans le cas du présent essai relatif aux densités de semis, l'amélioration de la qualité du grain de froment recensée, se

marque au sein de l'ensemble des parcelles cultivées en association. Les augmentations observées atteignent dans les meilleurs cas, 28% pour le taux de protéines et 59% pour l'indice Zélény en comparaison aux cultures pures de Sy Epsou et d'Edgar (figure 5).

	300 : 50				300 : 25				150 : 50				150 : 25				Pur			
	FH		Pois		FH		Pois		FH		Pois		FH		Pois		FH		Pois	
	MPT/MS (%)	Zel (ml)	MPT/MS (%)		MPT/MS (%)	Zel (ml)	MPT/MS (%)		MPT/MS (%)	Zel (ml)	MPT/MS (%)		MPT/MS (%)	Zel (ml)	MPT/MS (%)		MPT/MS (%)	Zel (ml)	MPT/MS (%)	
Sy Epsou ivernel	13,40	24	22,30	12,60	23	21,86	13,40	25	21,93	12,70	23	21,75	11,6	17	22,75					
Sy Epsou spencer	14,50	27	22,75	13,70	27	23,61	14,30	26	22,82	14,90	27	22,03	11,6	17	23,6					
Edgar ivernel	13,40	47	21,45	12,50	44	21,89	13,30	47	21,63	13,40	48	20,76	11,8	37	22,75					
Edgar spencer	13,40	48	22,19	14,10	50	22,27	14,90	53	22,46	13,40	48	22,82	11,8	37	23,6					

Figure 5 : Résultats protéines et Zélény froment essai densité 2013

## Les lignes directrices pour la réussite d'une culture en association de pois protéagineux et de froment d'hiver

A ce jour, certaines pistes ont pu être mises en évidence par nos essais menés depuis 2009 au sein de l'Unité de Phytotechnie de Gembloux Agro Bio Tech concernant les méthodes culturales à adopter pour réussir une culture en association de froment et de pois. Cependant, ces essais exploratoires doivent à présent être complétés et confirmés par les essais nettement plus importants menés dans le cadre du projet financé par la Région Wallonne depuis 2012.

Le choix variétal reste, comme dans toute culture, une étape cruciale dans la conduite d'une culture en association. Il faut non seulement retenir des variétés productives, résistantes aux maladies et très résistantes à la verse mais aussi veiller à constituer un bon équilibre entre les deux espèces au niveau de la structure de végétation. Les résultats actuels ont montré que la hauteur de végétation influence directement le développement de la culture et a des répercussions non seulement sur le maintien de celle-ci mais également sur la production de biomasse et le rendement. Il est donc nécessaire d'utiliser des variétés de pois présentant un bon maintien et une hauteur de végétation légèrement inférieure à celle du froment.

De plus, il est également important de choisir des variétés synchrones offrant une certaine harmonie de maturité des deux espèces.

La densité de semis présente également une grande importance afin de gérer au mieux les phénomènes de compétition intra et interspécifique. Les résultats actuels tendent à montrer que le pois serait l'espèce dominante de l'association et que la réussite de la culture passerait donc par une densité de semis bien adaptée pour ce dernier. Il semble aussi évident que l'action seule des nodosités du pois est insuffisante pour assouvir les besoins du froment en vue d'une production correcte. Néanmoins, la fumure à apporter doit être judicieuse afin de permettre un développement optimal des nodosités et par la même occasion pouvoir profiter au maximum de la « fertilisation naturelle » de la légumineuse. En effet, la fertilisation azotée ayant pour conséquence en culture pure de freiner le développement des nodosités, il est important de ne pas agir trop précocement. Néanmoins, les résultats obtenus montrent un réel besoin d'azote en début de culture de la part du froment, qui ne peut pas encore bénéficier d'un apport significatif provenant des légumineuses. L'application d'une dose de 40 kgN/ha au stade tallage-redressement semble au vu des premiers résultats, constituer un bon compromis entre la production de pois et la production de blé. Cette première application

devrait ensuite être complétée par une seconde au stade dernière feuille de l'ordre de 40 kgN/ha en vue d'optimiser la production totale de la culture associée.

Ces quelques lignes directrices ne constituent à l'heure actuelle qu'une ébauche de la conduite de la culture en association ; elles devront être confirmées et affinées par les résultats des futurs essais.

## **La protection des cultures**

Les essais menés à ce jour permettent de pointer certaines difficultés de la culture de céréales et de légumineuse en association. La principale limite concerne la protection des cultures et le manque de produits phytosanitaires agréés à la fois en céréales et en pois. Cette quasi absence de produits phytosanitaires agréés confirme la nécessité d'un bon choix variétal de départ pour contrer les problèmes de maladies. En ce qui concerne la gestion des populations d'adventices, le manque d'herbicides agréés pour ce type de culture peut constituer une difficulté voire un risque cultural majeur dans les parcelles particulièrement sales. Néanmoins, la compétition et le couvert plus dense qu'offre la culture en association permet de limiter leur développement dans la plupart des cas, sous un seuil de nuisibilité acceptable. Le développement de ce type d'association dans nos exploitations, nécessiterait certainement de mettre au point des méthodes de contrôle des adventices performantes, notamment grâce à l'agrégation de substances actives présentant une bonne sélectivité pour les deux espèces ; il devra en être de même pour la lutte intégrée contre les maladies et les ravageurs.

L'association offrant une récolte mixte impose, au moins pour certains usages, le tri des graines après récolte ; celui-ci ne semble pas trop compliqué à mettre en œuvre. Cependant pour l'intégration de cette récolte en l'état et sans tri préalable dans des rations alimentaires animales, une bonne caractérisation de la valeur fourragère et de la composition du mélange sera nécessaire.

## **Conclusions**

A ce jour, l'ensemble des résultats générés par nos essais ont permis de mettre en avant quelques caractéristiques pouvant répondre à certains défis de notre agriculture à savoir produire « mieux », en exploitant de façon optimale et complémentaire les ressources de l'écosystème. Les résultats obtenus semblent montrer qu'avec de faibles niveaux d'intrants, les cultures associées de céréales et de légumineuses permettent une productivité supérieure à celle des mêmes cultures réalisées séparément sur une superficie équivalente comme déjà mis en avant par Sarunaite et Lithourgidis (Sarunaite, 2010 et Lithourgidis, 2011).

Face au renchérissement des engrais et à la problématique de l'approvisionnement futur en graines protéagineuses, la culture en association froment-pois pourrait dans un proche avenir se voir réintégrée dans nos rotations. Une production intéressante de graines riches en protéines tout en réduisant les intrants au niveau de la culture semble possible.

La culture en association ne nécessite pas de matériel spécifique autre que celui nécessaire à la culture des céréales et pourra, lorsque les modalités culturales auront été clairement définies, être conseillée comme bonne pratique dans nos exploitations sans poser de problèmes majeurs ; en particulier au sein d'exploitations mixtes visant une plus grande autonomie alimentaire en céréales et graines protéagineuses.

### **Perspectives des recherches.**

L'ensemble des résultats générés à ce jour, émanant d'essais menés à court terme (plus particulièrement pour ceux concernés par le projet initié depuis 2012), devront impérativement être confirmés. Pour garantir à l'agriculteur l'efficacité et l'intérêt de ce type d'association, il est indispensable de pouvoir définir des règles claires de bonnes pratiques à suivre pour réussir ces cultures, en toutes circonstances. Le travail mené permettra d'une part d'avoir une meilleure connaissance du fonctionnement des nodosités et de la légumineuse au sein de l'association et d'autre part de caractériser au mieux la structure optimale de végétation du mélange. Les objectifs principaux sont de déterminer : les caractéristiques phénotypiques importantes des variétés pouvant être associées, les densités de semis ainsi que le niveau de fumure azotée nécessaire afin d'optimiser le fonctionnement de l'association.

*Remerciement :* Nous remercions la Direction Générale Opérationnelle Agriculture, Ressource Naturelle et Environnement (DGERNE), Direction de la Recherche, pour son financement : projet D31 - 1311

### *Bibliographie :*

- Sarunaite L., Deveikyte I., Kadziulienė, [2010]. Intercropping spring wheat with grain legume for increased production in organic crop rotation. Zemdirbyste Agriculture, vol 97, n°3, 51-58.
- Lithourgidis AS., Vlachostergios DN., Dordas CA., Damalas CA., [2011] Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea-cereal intercropping systems ; European Journal of Agronomy, 34, 287-294